



12-31-2019

Serial Electromyographic Evaluations in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis

Yu-Wei Hu

Tuan-Jen Fang

Ying-Hsun Chen

Szu-Heng Wang

Wei-Sen Chen

See next page for additional authors

Follow this and additional works at: <https://rps.researchcommons.org/journal>



Part of the [Rehabilitation and Therapy Commons](#)

Recommended Citation

Hu, Yu-Wei; Fang, Tuan-Jen; Chen, Ying-Hsun; Wang, Szu-Heng; Chen, Wei-Sen; Hsu, Shao-Chih; and Pei, Yu-Cheng (2019) "Serial Electromyographic Evaluations in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis," *Rehabilitation Practice and Science*: Vol. 47: Iss. 1, Article 5.

DOI: [https://doi.org/10.6315/TJPMR.201906_47\(1\).0005](https://doi.org/10.6315/TJPMR.201906_47(1).0005)

Available at: <https://rps.researchcommons.org/journal/vol47/iss1/5>

This Original Article is brought to you for free and open access by Rehabilitation Practice and Science. It has been accepted for inclusion in Rehabilitation Practice and Science by an authorized editor of Rehabilitation Practice and Science. For more information, please contact twpmrscore@gmail.com.

Serial Electromyographic Evaluations in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis

Authors

Yu-Wei Hu, Tuan-Jen Fang, Ying-Hsun Chen, Szu-Heng Wang, Wei-Sen Chen, Shao-Chih Hsu, and Yu-Cheng Pei

原著

單側聲帶麻痺患者之喉部肌電圖變化

胡鈺薇^{1*} 方端仁^{2,3*} 陳盈勳⁴ 王思恒¹ 陳煒森⁵ 許韶芝¹ 裴育晟^{1,3,6,7}

林口長庚紀念醫院復健科系¹ 林口長庚紀念醫院耳鼻喉部² 長庚大學醫學系³

臺北市立聯合醫院仁愛院區復健科⁴ 嘉義長庚紀念醫院復健科⁵

林口長庚紀念醫院異體複合組織移植中心⁶ 長庚大學健康老化研究中心⁷

*共同第一作者

目的：單側聲帶麻痺可能會導致喉部聲門閉合不全，臨床表現為嗓音沙啞及進食時噎咳，影響生活品質甚鉅。本研究為回溯性研究，藉追蹤單側聲帶麻痺病人發病後六個月初次評估及初次評估後六個月後追蹤評估之喉部肌電圖及音聲改變情況，了解病人在不同評估時間之肌電圖結果的差異，並作為評估回復情況之依據。

設計：回溯性研究（retrospective study）。

方法：本研究針對單側聲帶麻痺的病患安排兩次評估，依序是發病後六個月的「初次評估」及初次評估後六個月的「追蹤評估」。兩次評估內容包含兩側甲杓-側環杓複合肌群（thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid muscle complex, TA-LCA muscle complex）和環甲肌（cricothyroid muscle, CT muscle）喉部肌電圖及甲杓-側環杓複合肌群定量肌電圖（quantitative electromyography）用以分析神經損傷修復程度。並且量測聲門間隙面積及進行聲學分析評估嗓音品質、使用嗓音結果調查問卷評定因嗓音障礙導致日常生活及社交的限制程度及利用生活品質三十六題簡短版量表評估生活品質的影響程度。

結果：本研究共分析十二位單側聲帶麻痺病患，分別接受兩次評估且追蹤期間未接受手術或填充物治療。一般定性喉部肌電圖顯示甲杓-側環杓複合肌群之自發性運動電位異常表現（ $p=0.371$ ）、多相波表現（ $p=0.667$ ）以及神經肌肉徵召減少（ $p=1.0$ ），在兩次評估中無統計上顯著差異。然而在甲杓-側環杓複合肌群定量肌電圖中的轉折分析（turn and amplitude analysis）顯示，追蹤時之最高轉折頻率在追蹤時顯著上升（ $p=0.046$ ），顯示神經肌肉徵召之自發性恢復。其他參數顯示，追蹤評估相較於初次評估，病人之聲學分析之最大發聲時間上升（ $p=0.011$ ）及諧和音與噪音的比值升（ $p=0.021$ ）有達顯著差異，而未達顯著差異的參數包含 S/Z 比值、基本頻率、頻率擾動度及振幅擾動度。嗓音結果調查問卷顯示進步（ $p=0.011$ ）。生活品質三十六題簡短版量表次量表之活力（ $p=0.038$ ）、一般健康狀況（ $p=0.036$ ）、及身體生理問題角色受限（ $p=0.045$ ）等亦顯著進步。

結論：單側聲帶麻痺病患之甲杓-側環杓肌定量肌電圖經一段時間後有神經肌肉徵召之增加，合併有病人之音聲及生活品質改善。（台灣復健醫誌 2019；47(1)：49 - 57）

關鍵詞：單側聲帶麻痺(unilateral vocal fold paralysis)、喉部肌電圖(laryngeal electromyography)、定量肌電圖(quantitative electromyography)、甲杓-側環杓複合肌群(thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid muscle complex)、喉返神經(recurrent laryngeal nerve)

投稿日期：107 年 12 月 28 日 修改日期：108 年 3 月 13 日 接受日期：108 年 3 月 26 日

通訊作者：裴育晟醫師，林口長庚紀念醫院復健科系，桃園市 333 龜山區復興街 5 號。

電話：(03) 3281200 轉 3846 E-mail：yspeii@gmail.com

doi: 10.6315/TJPMR.201906_47(1).0005

前言

臨床上單側聲帶麻痺 (unilateral vocal fold paralysis) 常見原因包括：自發性、手術相關損傷 (醫源性)、腫瘤侵犯迷走神經或喉返神經 (recurrent laryngeal nerve)、頸部或胸部鈍傷等；其中以手術相關損傷或自發性原因不明最常見。^[1,2]單側聲帶麻痺常導因於喉返神經 (recurrent laryngeal nerve) 損傷造成的聲帶內收肌甲杓-側環杓複合肌群 (thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid muscle complex) 麻痺，若同時合併上喉神經 (superior laryngeal nerve) 的外分支損傷造成調控聲帶張力的環甲肌 (cricothyroid muscle) 麻痺，病人症狀可能更為嚴重。^[3]單側聲帶麻痺之症狀包括嗓音沙啞、音調單調、吞嚥障礙等。^[4]過去研究顯示手術相關或自發性之單側聲帶麻痺皆以左側麻痺為主，^[5]這可能和左側神經長度相對右側長有關，故受損機率也較高。單側聲帶麻痺的在喉部內視鏡檢查可發現聲帶一側運動障礙，黃金診斷標準為喉部肌電圖檢查上述神經之去神經病變，^[6]透過運動單元電位波分析及神經肌肉徵召 (recruitment) 可推估其預後。^[7]

在單側聲帶麻痺預後方面，臨床觀察顯示大部份病人在一年內嗓音有部分程度之恢復，然其恢復的機制尚未完全明瞭。基於上述原因，臨床上保守治療的觀察期多為一年左右。然而 Ted Mau 等人在 2017 年的病例系列報告認為觀察期一年這個做法有點過於保守，但並未給出明確的等待期建議。^[8]因此，針對單側聲帶麻痺的自然病程及恢復機制仍需更多具有證據力的研究。

我們提出的假說認為：喉部肌肉的神經肌肉徵召改善，進而會提升聲帶閉合度，使得嗓音沙啞狀況恢復。

針對單側聲帶麻痺病人，本研究除了執行一般喉部肌電圖檢查外，針對甲杓-側環杓複合肌群加入定量化喉部肌電圖之轉折和振幅分析 (turn and amplitude analysis)，^[9,10]藉此分析其動作單元神經肌肉徵召之進步程度，反映其功能及回復程度。

材料與方法

研究對象

本研究對象為台灣北部某醫學中心之耳鼻喉科門診及復健科肌電圖檢查室之單側聲帶麻痺患者。收案

期間為 2011 年 9 月至 2016 年 12 月。收案條件為 20 歲以上，經喉部內視鏡與喉部肌電圖確診為單側聲帶麻痺之病患。排除條件設為：一、無法或拒絕進行喉部肌電圖檢查者；二、雙側聲帶麻痺者；三、先前已接受過聲帶麻痺處置或治療者 (如聲帶內玻尿酸注射)。本研究經長庚醫療財團法人人體試驗中心核准，受試者皆已簽立受試者同意書。

研究設計與研究方法

本研究以回溯性分析方式研究。收案之病人先接受首次的喉部內視鏡確定診斷。發病後六個月接受初次評估，項目包括：喉部肌電圖檢查分析、聲學分析及量測聲門間隙面積，並在肌電圖完成兩週內，接受臺灣簡短 (SF-36) 健康量表及嗓音結果調查 (VOS) 評估。本研究於六個月後進行追蹤評估，評估內容包括上述所有項目。

喉部肌電圖檢查

本研究喉部肌電圖檢查，各由一位固定的耳鼻喉科專科醫師與復健科專科醫師共同執行。肌電圖儀器型是 Nicolet Viking Select (Cardinal Health, Dublin, OH, USA)，放大器過濾區間設定為 20 至 10 kHz。患者採喉部伸展姿勢坐姿於特定喉部檢查座椅，首先以局部麻醉劑 (0.5 mL of 2% lidocaine hydrochloride) 注射至肌電圖檢查進針位置附近皮下組織，使用同心針電極 (concentric needle)，記錄兩側甲杓-側環杓複合肌群 (thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid muscle complex) 和環甲肌 (cricothyroid muscle) 之肌電圖訊號。

針對甲杓-側環杓複合肌群的評估，病人依序以弱、中、強三種強度發出「一一一」的音，每個「一」的音至少持續 400 毫秒，且每個「一」的音之間至少間隔 200 毫秒，在此同時記錄其肌電圖變化。^[3]而對於環甲肌的評估，我們請病人以正常音量發出上揚音，並同時記錄其肌電圖變化。^[6]

肌電圖分析上，首先觀察針刺電位與自發性活動電位 (insertional activity and spontaneous activity)，凡出現顫波 (fibrillation)、正相尖波 (positive sharp wave) 或複雜重覆放電波 (complex repetitive discharge)，即視為自發性活動電位異常；接者半定量化分析運動單元電位波 (motor unit analysis) 與徵召程度，若出現 >30% 以上波時長且高振幅之多相波 (high amplitude long duration polyphasic potentials)，則視為慢性神經再生表現。神經肌肉徵召分析上，在請病人出最大力的狀況下，若肌電圖基準線無活動電位的水平部分仍可見將被記錄為肌肉徵召減少被記錄為神經肌肉徵召異

常。^[11]

針對甲杓-側環杓複合肌群另接受肌電圖定量分析，肌電圖分析原始波型經由矩陣實驗室（Matlab）軟體分析，肌電圖波型之轉折（turn）定義為每個振幅差至少 100 μ V 之波型轉折以排除干擾造成的波峰，分析軟體自動找出前述病人發出「一一」音聲時之所有轉折點之時間與振幅。肌電圖分析原始波型切分為不重疊（non-overlapping）之時間區段（epoch），每一時間區段之持續時間為 200 毫秒，每一個時間區段之轉折頻率為轉折數除以所經時間（200 毫秒）。針對甲杓-側環杓複合肌群計算出最大平均轉折振幅，最大平均轉折振幅定義為轉折振幅前三高值的時間區段之轉折振幅的平均值。甲杓-側環杓複合肌群和環甲肌部分，計算出最大轉折頻率，最大轉折頻率定義為轉折頻率前三高值的時間區段之轉折頻率之平均值。^[3]

喉內視鏡頻閃觀測錄影檢查 （Videolaryngostroboscopy）

我們請每個病人以自己習慣的音高及音量發出「一」的音，同時以喉內視鏡頻閃觀測錄影檢查作紀錄聲帶的震動。記錄結果以 Image J（Image J 1.44; National Institutes of Health, Bethesda, MD, USA）軟體分析。聲門間隙面積（NGGA）則是利用 Omori 等人的方法計算，公式如下：^[12]

聲門間隙面積 = $100 \times \text{聲門間隙面積} / \text{膜性聲帶長度}^2$ 。

聲門間隙的面積是用圖像分割法來辨識兩側聲門之間的面積，在聲帶打開最大時測量其聲門間隙面積。膜性聲帶長度是由聲帶前聯合到膜性聲帶突的尖端，單位為像素量。

嗓音聲學分析（Voice acoustic analysis）

本團隊語言治療師使用電腦化的言語實驗室系統（CSL4300B 5.05; Kay-PENTAX, Montvale, NJ, USA）記錄及分析嗓音樣本。病人先以平常對話的音高和音量發聲一個標準化的持續母音「Y」，最大發聲時間為是發出「Y」的音的最長時間。經由分析上述母音中之穩定區段之音聲樣本可分析出基本頻率、頻率擾動率、振幅擾動度、諧和音與噪音的比值等參數。最後發出最大延長之/S/及/Z/音，計算出 S/Z 比值，測量方法是請受測者深吸氣後盡力持續發出/s/音，接著盡力持續發出/z/音的，而後將發出/s/音的最長時間除以發出/z/音的最長時間所得之值即稱之。S/Z 比值正常值約為 1，然而由於在喉部病變的族群中能發出/z/音的時間較短，發出/S/音的時間長短和正常人無顯著差異，故喉部病變的族群 S/Z 比值會升高。^[13,14]

單側聲帶麻痺之生活品質量表：VOS（Voice outcome survey）嗓音結果調查

嗓音結果調查為 Gliklich 等人利用李克特量表技術發展了嗓音結果調查的問卷。^[15]這個問卷用五個項目，總分由最差零分至最佳一百分，評估了因單側聲帶麻痺造成的生理及社交的障礙，中文版本的問卷量表經研究顯示具良好效度。^[16]

生活品質三十六題簡短版量表(SF-36)

本量表由 Dr. John Ware 等人於 80 年代在美國進行醫學結果研究（Medical Outcome Study）中所發展出來的多面向健康生活品質測量工具，為病人回憶式問卷結構的一般性測量工具。此量表用於評估患者的生活品質和失能程度，不侷限於用於某特定年齡或疾病族群。其內容由三十六題組成，其中分為身體生理功能（physical functioning, PF）、因身體生理問題角色受限（role limitation due to physical problems, RP）、身體疼痛（bodily pain, BP）、一般健康狀況（general health, GH）、活力狀況（vitality, VT）、社會功能（social functioning, SF）、因情緒問題角色受限（role limitation due to emotional problems, RE）與心理健康（mental health, MH）等 8 個次量表，具良好信效度且施測簡短。臺灣版由多位學者合作翻譯完成，普遍使用於臨床中。本研究施行方式採回憶式問卷填寫完成，依據受測時間四週內狀況進行回答，其中，每次量表分數範圍為 0-100 分，計分方式主要原則為將量表下每一層面子題的得分相加而成為該層面的總分（係由每一子題選項號碼加總而成）。加總之前，某些層面下之子題須經反向或權重計分轉換，分數越高代表健康生活品質越佳，分數越低表示其失能程度越嚴重。^[17,18]

統計分析

本研究採回溯性研究方式收錄個案，為單側聲帶麻痺病患進行共兩次評估，分別為發病後半年之初次評估及初次評估六個月後之追蹤評估。根據兩次評估結果，使用卡方檢定（Chi-square test）或費雪精確檢定（Fisher's exact test）分析類別變數分析（如性別、聲帶麻痺側、自發性運動電位是否異常等），運用配對 t 檢定（paired t test）分析連續變數及次序變項分析（如年齡、症狀至檢查時間、臺灣簡短 36（SF-36）健康量表等）。本研究定義 $p < 0.05$ 為統計上之顯著差異。

表 1. 單側聲帶麻痺病人基本資料

	初次評估
性別（男/女）	5/7
年齡（歲）	48.5±13.2
症狀發生至肌電圖檢查時間（月）	6.0±2.6
單側聲帶麻痺病因	
肺部手術	1
食道手術	1
甲狀腺切除手術	5
自發性	5
聲帶麻痺側（右側/左側）	7/5

表 2. 單側聲帶麻痺病人初次評估喉部肌電圖表現

病人編號	自發性運動電位異常			多相波比例（%）	神經肌肉徵召（recruitment）
	顫波	正相尖波	複雜重複放電波		
1	0	0	0	20	輕微減少
2	0	0	0	40	明顯減少
3	2+	3+	0	50	孤離徵召
4	3+	3+	0	0	單一動作電位
5	2+	2+	0	15	孤離徵召
6	1+	0	0	10	孤離徵召
7	3+	2+	0	100	明顯減少
8	3+	3+	0	50	明顯減少
9	3+	1+	0	0	單一動作電位
10	2+	0	0	50	孤離徵召
11	3+	1+	0	100	單一動作電位
12	1+	0	0	40	明顯減少

表 3. 單側聲帶麻痺病人追蹤評估喉部肌電圖表現

病人編號	自發性運動電位異常			多相波比例（%）	神經肌肉徵召（recruitment）
	顫波	正相尖波	複雜重複放電波		
1	0	1+	0	20	正常
2	0	0	0	40	明顯減少
3	3+	2+	0	50	孤離徵召
4	0	0	0	40	明顯減少
5	0	0	0	35	明顯減少
6	2+	2+	2+	60	明顯減少
7	0	0	2+	50	輕微減少
8	3+	0	0	40	明顯減少
9	0	0	0	10	單一動作電位
10	2+	2+	2+	10	孤離徵召
11	0	0	0	35	明顯減少
12	0	0	2+	50	輕微減少

表 4. 單側聲帶麻痺病人兩次評估之甲杓-側環杓複合肌群及環甲肌肌電圖結果比較

	初次評估 (n=12)	追蹤評估 (n=12)	p 值
甲杓-側環杓肌複合肌群			
自發性運動電位異常 (有/無)	10/2	7/5	0.371
多相波比例 (增加/正常)	7/5	9/3	0.667
神經肌肉徵召 (減少/正常)	12/0	11/1	1.000
受傷側之最高轉折頻率 (Hz)	271.5±155.0	449.2±331.4	0.046*
受傷側平均轉折振幅 (μV)	666.7±290.2	1108.3±909.0	0.131
環甲肌			
自發性運動電位異常 (有/無)	3/9	3/9	1.000
多相波 (增加/正常)	3/9	2/10	1.000
神經肌肉徵召 (減少/正常)	5/7	3/9	0.667
環甲肌肌電圖變化 (有/無)	6/6	4/8	0.411

*p<0.05

表 5. 單側聲帶麻痺病人二次評估之聲門間隙面積及聲學分析結果比較

	初次評估 (n=12)	追蹤評估 (n=12)	p 值
聲門間隙面積			
聲門閉合期聲門間隙面積	8.1±6.7	4.0±5.3	0.147
聲門展開期聲門間隙面積	22.3±16.0	14.6±7.4	0.074
聲學分析			
最大發聲時間 (秒)	5.6±3.0	11.1±6.8	0.011*
S/Z 比值	3.4±4.8	1.1±0.5	0.127
基本頻率 (Hz)	190.7±52.8	195.7±50.8	0.644
頻率擾動度 (%)	2.2±1.2	1.8±1.2	0.354
振幅擾動度 (%)	1.3±1.0	0.9±0.8	0.376
諧和音與噪音比值	5.1±4.6	7.7±3.6	0.021*

*p<0.05

表 6. 單側聲帶麻痺病人二次評估之生活品質 (SF-36、VOS) 之組間比較

	初次評估 (n=12)	6 個月後追蹤 (n= 12)	p 值
生活品質三十六題簡短版量			
活力狀況	52.9±21.6	63.3±16.6.	0.038*
身體生理功能	85.0±16.2	91.7±12.3	0.286
身體疼痛	79.8±27.8	86.3±22.7	0.415
一般健康狀況	51.7±20.9	67.1±16.8	0.036*
因身體生理問題角色受限	37.5±47.1	77.1±39.1	0.045*
因情緒問題角色受限	75.0±45.2	72.2±44.6	0.878
社會功能	66.7±25.7	72.9±24.9	0.438
心理健康	59.7±26.1	65.3±17.0	0.280
嗓音品質 (VOS)	37.1±20.4	58.8±20.7	0.011*

結 果

我們於 2011 年 9 月至 2016 年 12 月期間收集 309 位接受喉部肌電圖評估之單側聲帶麻痺病人。其有 12 位病患未接受積極治療且接受後測喉部肌電圖檢查納入本研究，並持續追蹤隨時間縱向推移喉部肌電圖及音聲改變情況。此 12 位病人為男性 5 人 (41%)、女性 7 人 (58%)，其平均年齡為 48.5 ± 13.2 歲；發病至首次肌電圖評估時間為 6.0 ± 2.6 月，發病至第二次肌電圖評估時間為 13.3 ± 2.0 月。單側聲帶麻痺之成因為自發性 5 人 (41.7%)、甲狀腺切除術後 5 人 (41.7%)、肺部手術後 1 人 (8.3%)、食道手術後 1 人 (8.3%)。聲帶麻痺側為右側 7 人 (58.3%)，左側 5 人 (41.6%) (表 1)。

甲杓-側環杓複合肌群之肌電圖檢查結果顯示，所有病人 ($n=12$, 100%) 都有麻痺側之去神經化改變 (出現異常自發性電位、或多項波比例上升、或徵召下降)。初次評估之肌電圖檢查訊號顯示 12 人皆顯示神經肌肉徵召減少 (100%)；而神經肌肉徵召減少 (reduced recruitment) 按程度由輕微至嚴重分為：輕微減少 (reduced rich)、明顯減少 (reduced poor)、孤離徵召 (discrete recruitment)、單電位徵召 (single unit recruitment)、無徵召反應，人數分別為 1 人、4 人、4 人、3 人、0 人。7 人出現多相波比例增加 (58.3%)。10 人出現自發性運動電位異常 (83.3%)，分級由 0 到 ++++^[19] (表 2)。根據統計分析，前後兩次評估在自發性運動電位異常表現 ($p=0.371$)、多相波表現 ($p=0.667$) 以及神經肌肉徵召減少 ($p=1.00$)、平均振幅 ($p=0.131$) 等皆無統計上差異。然而定量肌電圖之最高轉折頻率在追蹤評估有顯著之上升 (自 271.5 ± 155.0 Hz 上升至 449.2 ± 331.4 Hz) ($p=0.046$)，顯示神經徵召有改善 (表 4)。

環甲肌之肌電圖顯示，二次前後評估在自發性運動電位異常表現 ($p=1.0$)、多相波表現 ($p=1.0$) 以及神經肌肉徵召減少 ($p=0.67$) 等皆無顯著差異 (表 4)。

聲學分析方面，相較於初次評估，追蹤評估時之最大發聲時間 ($p=0.01$)、諧和音與噪音的比值 ($p=0.02$) 有統計學上的顯著意義。而聲門閉合期聲門間隙面積和聲門展開期聲門間隙面積，以及聲學分析中的其它次量表部分，包括基本頻率 ($p=0.64$)、頻率擾動率 ($p=0.35$)、振幅擾動度 ($p=0.38$)、S/Z 比值 ($p=0.13$) 等則無顯著差異 ($p>0.05$) (表 5)。

臺灣簡短 36 (SF-36) 健康量表方面，相較於初步評估，追蹤評估時之表次量表分析顯示在活力狀況、一般健康狀況、因身體生理問題角色受限有統計學上

顯著意義之進步。而其餘次量表，包括身體生理功能 ($p=0.286$)、身體疼痛 ($p=0.415$)、因情緒問題角色受限 ($p=0.878$)、社會功能 ($p=0.438$)、以及心理健康 ($p=0.280$) 此五個項目則無顯著差異 (表 6)。

討 論

本篇研究顯示單側聲帶麻痺病人在半年後追蹤時其甲杓-側環杓複合肌群之喉部定量肌電圖之最高轉折頻率有顯著增加，這是神經肌肉徵召改善的表現，病人同時呈現音聲品質、生活品質等之進步。然而在甲杓-側環杓複合肌群或環甲肌之肌電圖之自發性活動電位、多項波等表現則無顯著差異。

Weddel 和 Pattle 等人首次提出在他們報導的案例中喉部肌電圖在評估聲帶麻痺中具有診斷和評估預後的價值，其肌電圖表現包括異常的靜止電位，動作單元電位種類稀少等。^[20]許多學者也支持此看法。Sataloff 等人的文獻回顧指出：有透過喉部肌電圖導引注射肉毒桿菌毒素治療聲門內收肌痙攣有明顯之助益；而在疾病診斷及預後評估方面在此文章顯示無明顯價值。^[21]

定量肌電圖相較傳統定性肌電圖具有其優勢。其一，在條件設定後可由電腦軟體進行分析，改善傳統肌電圖在不同判讀者間可能存在的評分變異，具有客觀的優點。其二，改善了天花板效應和地板效應，此項優點應可使在差異比較上靈敏度更高。^[3]為了將甲杓-側環杓複合肌群之動作單元徵召量化，Statham 等人首次將甲杓-側環杓複合肌群進行干擾型態分析 (interference pattern analysis)，該研究顯示：單側神經性聲帶麻痺病人的甲杓-側環杓複合肌群之喉部定量肌電圖中的峰值轉折頻率較控制組顯著減少，而連續轉折間的平均振幅和控制組相比並無統計顯著差異，然而轉折和振幅分析 (turn and amplitude analysis) 用在喉部肌肉上仍有其限制，其一因為解剖構造的關係無法利用力度測量器量測出其肌力，即便如此，在未監測力氣的狀況下利用轉折和振幅分析肢體的肌肉有多篇報導顯示是可行的。^[22]而方端仁等人在 2015 年的研究顯示藉由定量化病人發上揚音 (upward glissando) 的峰值轉折頻率以反映上喉神經的損傷程度。^[6]本研究中，甲杓-側環杓複合肌群初次追蹤和第二次追蹤的傳統肌電圖分析中三項參數包含自發性運動電位異常、多相波、及神經肌肉徵召減少等均無顯著差異。然而在喉部定量肌電圖的轉折頻率分析在第二次評估有顯著的增加。這個現象或許是來自於前述定量肌電圖的優點。此外，病人之定量肌電圖徵召之進步同時伴隨

著病人音聲的恢復。

非喉部肌電圖之研究顯示，自發性運動電位包括正尖波或纖維性顫動波，多在神經損傷後的二至三週才會出現，而多相波主要為神經損傷後側枝再生後神經元支配的肌纖維變多。這些新生的神經纖維傳導速度慢，經過時間加成後，此運動單元波就會形成多相波。在周邊神經損傷時，無論是神經失用、軸突斷裂或神經斷裂，動作單元的徵召均以下降表現為主。^[22,23]

本研究在甲杓-側環杓複合肌群喉部肌電圖初次評估和追蹤評估之自發性活動電位並無統計學上顯著差異。過去研究顯示自發性電位出現的時間點約在神經受傷後的數天至數週不等，本研究初次追蹤的時間為發病後約六個月，半年的時間應足以讓確實有軸突斷裂或神經斷裂的神經所支配之肌肉有足夠的時間產生自發性活動電位。^[24]就肌電圖之顫波（fibrillation potential）的恆久性而言，Jiang GL 等人在 173 位有完全去神經的肱二頭肌之病人在長達 69 個月後仍能觀察到顫波。^[25]這個部分其觀察結果與本研究相似。2005 年之一篇動物實驗結果顯示在顏面神經及舌下神經損傷的嚙齒類動物中，當神經再生發生後，顫波顯著減少，因此被認為顫波之追蹤可能為追蹤神經是否再生的方法。^[26]

本研究缺憾之處包括因追蹤時間較長以致於收案人數較少。根據 Crumley 等人的觀察有些單側聲帶麻痺的病人即便聲帶的活動度未改善，但透過特異的神經再支配（aberrant reinnervation）也能達到音聲的恢復。^[27]所以雖然同時觀察到神經肌肉徵召的上升與音聲的部分恢復，依然無法推斷之間是否有直接的因果關係。

結 論

本案以回溯性研究提供了珍貴之傳統肌電圖及定量肌電圖之變化分析。初次評估與半年後之追蹤評估之傳統肌電圖無明顯差別，顯示在二個不同時間點下，肌電圖之診斷力將相仿。追蹤評估與初次評估在定量肌電圖徵召之增加，合併有病人之音聲及生活品質改善。

誌 謝

感謝林口長庚紀念醫院院內計畫（CMRPG 3D1413）及科技部計畫（NMRPG 103-2314-B-182A-056-MY2）支持本研究，於此一併致謝。

參考文獻

1. Havas T, Lowinger D, Priestley J. Unilateral vocal fold paralysis: causes, options and outcomes. *Aust N Z J Surg* 1999;69:509-13.
2. Yamada M, Hirano M, Ohkubo H. Recurrent laryngeal nerve paralysis. A 10-year review of 564 patients. *Auris Nasus Larynx* 1983;10 Suppl:S1-15.
3. Pei YC, Fang TJ, Li HY, et al. Cricothyroid muscle dysfunction impairs vocal fold vibration in unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2014;124:201-6.
4. Nemer AK, Nabil S, Eyad AS, et al. Acquired unilateral vocal fold paralysis: Retrospective analysis of a single institutional experience. *N Am J Med Sci* 2013;5:699-702.
5. Alimoglu O, Akdag M, Kaya B, et al. Recurrent laryngeal nerve palsy after thyroid surgery. *Int Surg* 2008;93:257-60.
6. Fang TJ, Pei YC, Hsin LJ, et al. Quantitative laryngeal electromyography assessment of cricothyroid function in patients with unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2015;125:2530-5.
7. Munin MC, Rosen CA, Zullo T. Utility of laryngeal electromyography in predicting recovery after vocal fold paralysis. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84:1150-3.
8. Mau T, Pan HM, Childs LF. The natural history of recoverable vocal fold paralysis: Implications for kinetics of reinnervation. *Laryngoscope* 2017;127:2585-90.
9. Chang WH, Fang TJ, Li HY, et al. Quantitative electromyographic characteristics of idiopathic unilateral vocal fold paralysis. *Laryngoscope* 2016;126:E362-8.
10. Stålberg E, Chu J, Bril V, et al. Automatic analysis of the EMG interference pattern. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983;56:672-81.
11. Mills KR. The basics of electromyography. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005;76:ii32-5.
12. Omori K, Kacker A, Slavik DH, et al. Quantitative videostroboscopic measurement of glottal gap and vocal function: an analysis of thyroplasty type I. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105:280-5.
13. Bielamowicz S, Stager SV. Diagnosis of unilateral

- recurrent laryngeal nerve paralysis: laryngeal electromyography, subjective rating scales, acoustic and aerodynamic measures. *Laryngoscope* 2006;116: 359-64.
14. Eckel FC, Boone DR. The S/Z ratio as an indicator of laryngeal pathology. *J Speech Hear Disord* 1981;46: 147-9.
15. Gliklich RE, Glosky RM, Montgomery WW. Validation of a voice outcome survey for unilateral vocal cord paralysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1999;120:153-8.
16. Fang TJ, Li HY, Gliklich RE, et al. Assessment of Chinese-version voice outcome survey in patients with unilateral vocal cord paralysis. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2007;136:752-6.
17. Lu JF, Tseng HM, Tsai YJ. Assessment of health-related quality of life in Taiwan (I): development and psychometric testing of SF-36 Taiwan version. *J Taiwan J Public Health* 2003;22: 501-11.
18. Tseng HM, Lu JF, Tsai Y. Assessment of health-related quality of life in Taiwan (II): norming and validation of SF-36 Taiwan version. *J Taiwan J Public Health*, 2003;22:512-8.
19. Haig AJ. Clinical experience with paraspinal mapping. II: A simplified technique that eliminates three-fourths of needle insertions. *Arch Phys Med Rehabil* 1997; 78:1185-90.
20. Weddell G, Feinstein B, Pattle RE. The electrical activity of voluntary muscle in man under normal and pathological conditions. *Brain* 1944;67:178-257.
21. Sataloff RT, Mandel S, Mann EA, et al. Practice parameter: laryngeal electromyography (an evidence-based review). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:770-9.
22. Statham MM, Rosen CA, Nandedkar SD, et al. Quantitative laryngeal electromyography: turns and amplitude analysis. *Laryngoscope* 2010;120:2036-41.
23. Krivickas LS. Electrodiagnosis in neuromuscular diseases. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 1998;9: 83-114.
24. Kraft GH. Fibrillation potential amplitude and muscle atrophy following peripheral nerve injury. *Muscle Nerve* 1990;13:814-21.
25. Jiang GL, Zhang LY, Shen LY, et al. Fibrillation potential amplitude to quantitatively assess denervation muscle atrophy. *Neuromuscul Disord* 2000;10:85-91.
26. James H, James K. Use of muscle fibrillation for tracking nerve regeneration. *Muscle Nerve* 2005;31: 235-41.
27. Crumley RL. Laryngeal synkinesis revisited. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2000;109:365-71.

Serial Electromyographic Evaluations in Patients with Unilateral Vocal Fold Paralysis

Yu-Wei Hu^{1*}, Tuan-Jen Fang^{2,3*}, Ying-Hsun Chen⁴, Szu-Heng Wang¹, Wei-Sen Chen⁵, Shao-Chih Hsu¹,
Yu-Cheng Pei^{1,3,6,7}

¹Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Linkou Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan City;

²Department of Otolaryngology Head and Neck Surgery, Linkou Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan City; ³School of Medicine, Chang Gung University, Taoyuan City; ⁴Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Taipei City Hospital, Renai Branch, Taipei City; ⁵Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Chiayi Chang Gung Memorial Hospital, Chiayi County; ⁶Center of Vascularized Tissue Allograft, Linkou Chang Gung Memorial Hospital, Taoyuan City;

⁷Healthy Aging Research Center, Chang Gung University, Taoyuan City.

*Co-first authors

Background: Unilateral vocal fold paralysis causes incomplete closure of the glottis. Clinical manifestations include hoarseness and dysphagia, thus hindering the patients' quality of life. To characterize chronological laryngeal electromyographic changes, this prospective study evaluated laryngeal electromyography and voice at two time points in patients with unilateral vocal fold paralysis.

Study design: A retrospective study.

Methods: In this study, 12 patients with unilateral vocal fold paralysis who did not receive surgical treatment or injection therapy were recruited. Laryngeal electromyography was performed on the thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid (TA-LCA) muscle complex and cricothyroid (CT) muscle, and quantitative analysis was conducted on the TA-LCA muscle complex. The patients received initial and follow-up assessments at a 6-month interval. Each assessment included a videolaryngostroboscopy that yielded a normalized glottal gap area (NGGA), an acoustic voice analysis, a voice outcome survey (VOS), and a 36 item short form survey (SF-36).

Results: The laryngeal electromyography for the TA-LCA muscle complex did not show a significant difference between the initial and follow-up assessments for their spontaneous activity ($p=0.371$) or polyphasic waves ($p=0.667$). However, quantitative laryngeal electromyography revealed an increased peak turn frequency in the follow-up assessment as compared with that in the initial assessment ($p=0.046$). Compared with the initial assessment, the follow-up assessment revealed improved maximal phonation time ($p=0.011$) and harmonic-to-noise ratio ($p=0.021$), but no improvement in S/Z ratio, fundamental frequency, jitter, or shimmer. The scores in the VOS and several SF-36 items, including vitality ($p=0.038$), general health perception ($p=0.036$), and role limitation due to physical health ($p=0.045$), all improved at the follow-up assessment.

Conclusion: Quantitative EMG study of the thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid (TA-LCA) muscle complex in patients with unilateral vocal fold paralysis showed gradual recovery of neuromuscular recruitment over time, this is accompanied by improvement in voice and quality of life. (Tw J Phys Med Rehabil 2019; 47(1): 49 - 57)

Key Words: unilateral vocal fold paralysis, laryngeal electromyography, quantitative electromyography, thyroarytenoid-lateral cricoarytenoid muscle complex, recurrent laryngeal nerve

Correspondence to: Dr. Yu-Cheng Pei, Linkou Chang Gung Memorial Hospital, No. 5, Fushing Street, Gueishan District, Taoyuan City 333, Taiwan.

Tel : (03) 3281200 ext. 3846 E-mail : yspei@gmail.com

doi: 10.6315/TJPMR.201906_47(1).0005

